

Tornado del 30 de abril de 2007 en Arnedo (La Rioja)

Entorno sinóptico y mesoscalar



(foto: David Momblona)

Análisis del tornado de Arnedo (La Rioja) 30 -Abril -2007

Rafael Requena, Francisco Espejo

**Instituto Nacional de Meteorología
Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra
rrequena@inm.es ; pespejo@inm.es**

1. Introducción

Cada vez son más frecuentes los episodios de fenómenos severo-violentos asociados con convección profunda en la Península Ibérica. Normalmente hay dos características presentes en este tipo de episodios: la presencia de una vaguada fría a escala sinóptica en niveles medios que se desplaza de Oeste a Este y un flujo de aire cálido y húmedo en niveles bajos. El sistema Ibérico en el Noreste de España ha experimentado varios casos de tornados, algunos de gran intensidad (F3 en la escala Fujita) entre los que cabe destacar los que han tenido lugar en la provincia de Teruel y han sido objeto de estudio: Valdealgorfa (Antonio Conesa, 23-Julio-2003); Sierra del Rayo (Francisco Espejo y Ricardo Sanz, 28-Agosto-1999), analizado posteriormente con ayuda de un modelo de alta resolución por Homar et al.(2003); Corbalán (Antonio Conesa, 28-agosto-2004). La zona donde tuvieron lugar está muy próxima al Mediterráneo, por lo que, unido a la presencia de la clásica baja térmica veraniega del interior peninsular, es fácil entender que se cumpliera la segunda de las condiciones comentadas anteriormente, al actuar la baja como agente de succión del aire cálido y húmedo mediterráneo.

Sin embargo, el caso del tornado estudiado aquí, 30-Abril-2007, tuvo lugar en la localidad riojana de Arnedo, situada también en el sistema Ibérico, pero en el valle del río Cidacos, cuenca alta del Ebro, por tanto bastante alejada del Mediterráneo como para que pudiera ser determinante esa segunda característica, teniendo en cuenta además la época del año en que se produjo, todavía a casi dos meses del comienzo del verano. No llegó a formarse una supercélula como en los casos anteriormente citados. Sí estaba presente la primera característica, que prácticamente podemos considerar como imprescindible, la presencia de la vaguada en niveles medios, difluente y, como veremos, potenciada con un máximo de viento en niveles altos, con una cizalladura considerable. En este caso llegó de hecho a cerrarse una depresión al Noroeste de la Península. La convergencia de viento en niveles bajos, potenciada por la orografía del entorno, y la presencia de una marcada frontera térmica completaron el entorno tanto sinóptico como mesoscalar para que tuviera lugar el suceso.

2. Entorno sinóptico y mesoscalar.

El 30 de abril de 2007 se formó una depresión aislada en niveles altos al Noroeste de la Península Ibérica, de modo que a las 12 UTC mostraba una clara difluencia con flujo SW en la zona del suceso. A nivel de 500 hPa la anomalía fría llegaba hasta -30°C en el centro de la baja y en torno a -20°C en la zona difluente. A nivel de 300 hPa se identificaba un marcado máximo de viento y tuvo lugar fuerte cizalladura tanto horizontal como vertical. Las siguientes imágenes son campos previstos por el modelo HIRLAM 0.5 para las 6 y 12 UTC del 30-Abril-2007 con la pasada de 00 UTC del día.

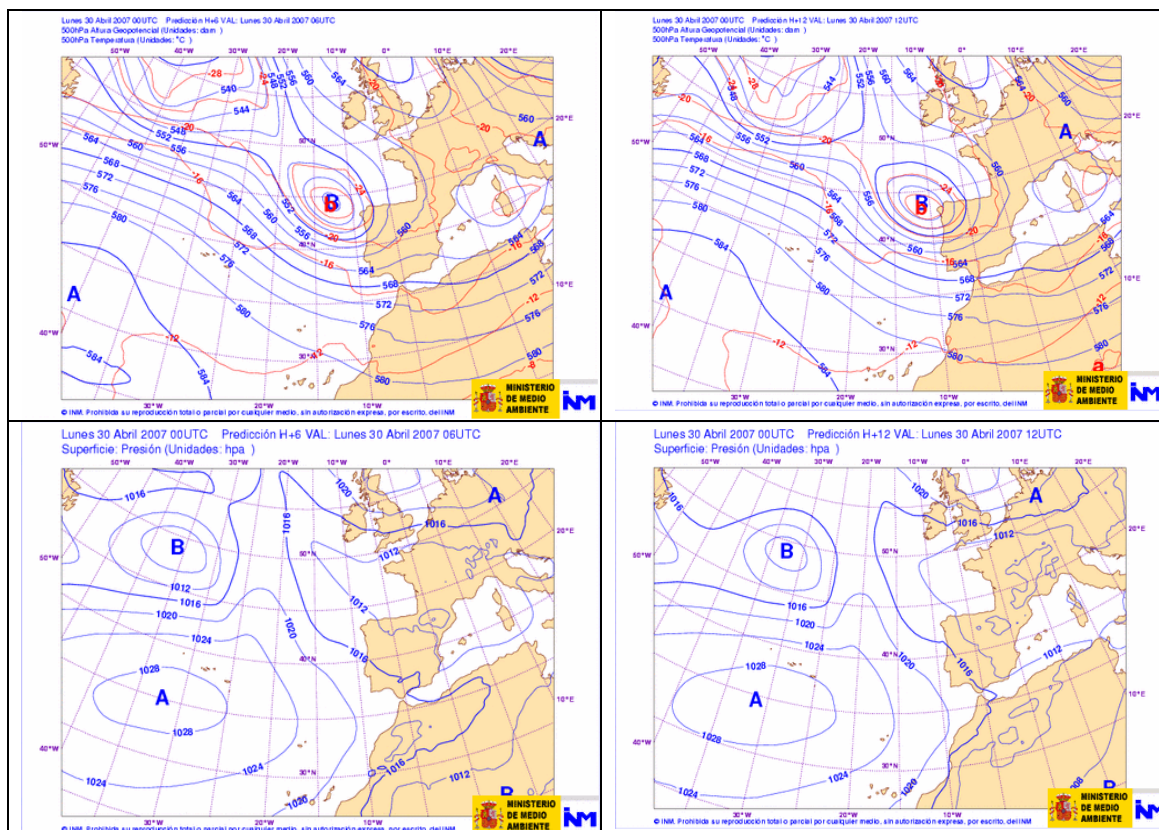


Fig 1. Pronósticos de la pasada de 00 h del modelo HIRLAM 0.5 para las 06 y 12 UTC del día 30 de Abril de 2007. Los paneles superiores muestran el geopotencial (azul) y la temperatura (rojo) en 500 Hpa. Los inferiores muestran la presión al nivel del mar (Hpa)

Se puede apreciar en un primer análisis sinóptico como se profundizó la baja en superficie en el Alto Ebro, lo que favoreció la convergencia en la zona. En la figura 2 se pueden ver las fronteras térmica y húmeda presentes en 850 y 700 hPa sobre la cuenca del Duero siendo advectadas con flujo de Poniente

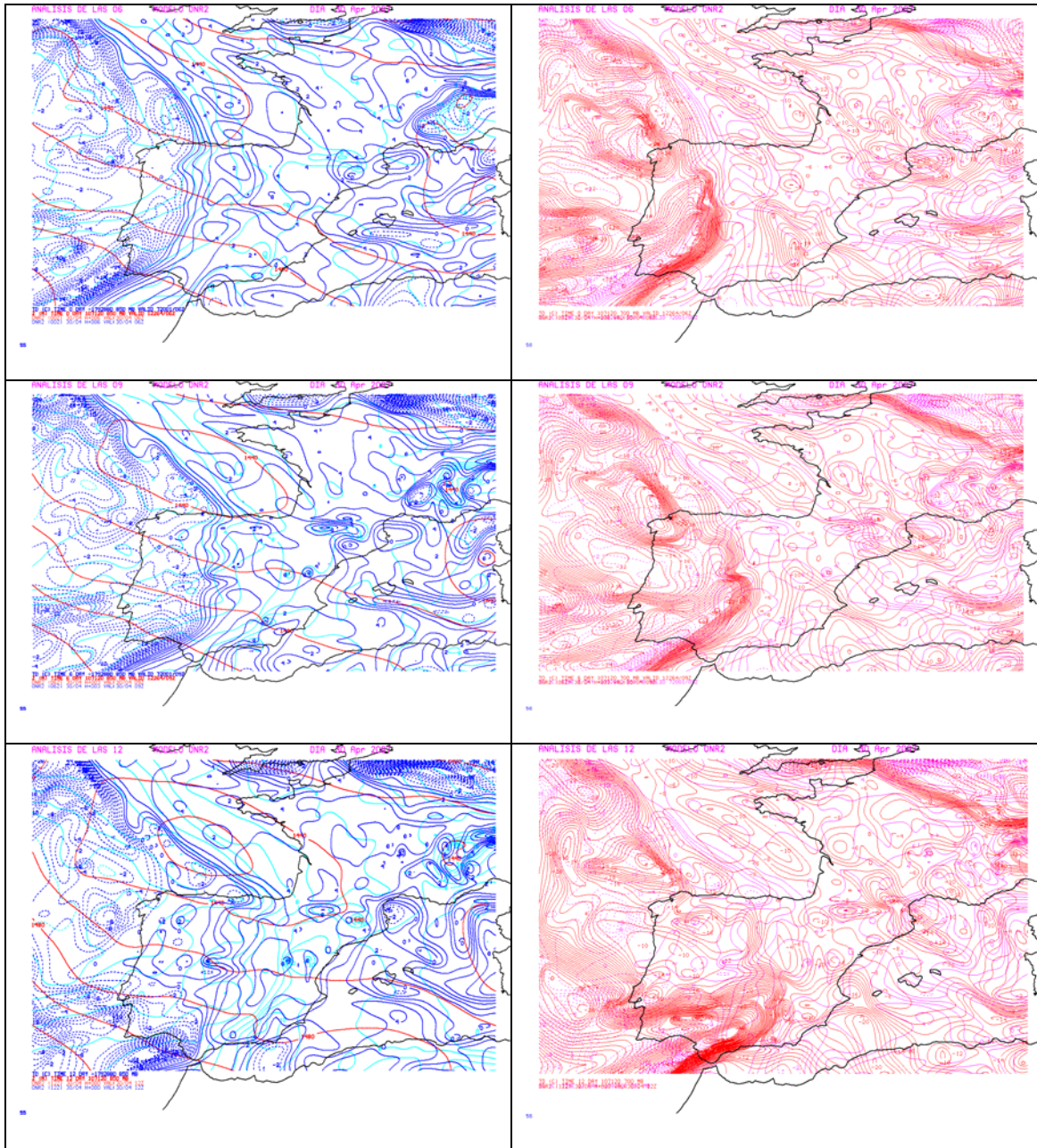


Fig.2 A la izquierda y de arriba a abajo campos en 850 hPa de temperatura, punto de rocío y geopotencial a las 06, 09 y 12 UTC del 30-abril-2007. A la derecha y a las mismas horas, temperatura y punto de rocío en 700 hPa.

La frontera va diluyéndose conforme avanza hacia el Oeste y la advección es fría, pero no todavía en la zona ni el momento del suceso. Es posible que el fuerte viento en niveles altos determinara una línea de turbonada prefrontal.

Es de destacar que el día siguiente al tornado, el 1º de Mayo, hubo intensas nevadas en La Rioja, llegando a nevar por debajo de la cota de 1000 m, por eso no deja de ser sorprendente que un fenómeno de estas características se produzca en esta época del año. Las llamadas de los medios de comunicación recibidas en el GPV de Zaragoza repartieron su interés entre las nevadas del día 1 de mayo y el tornado del 30 de abril.

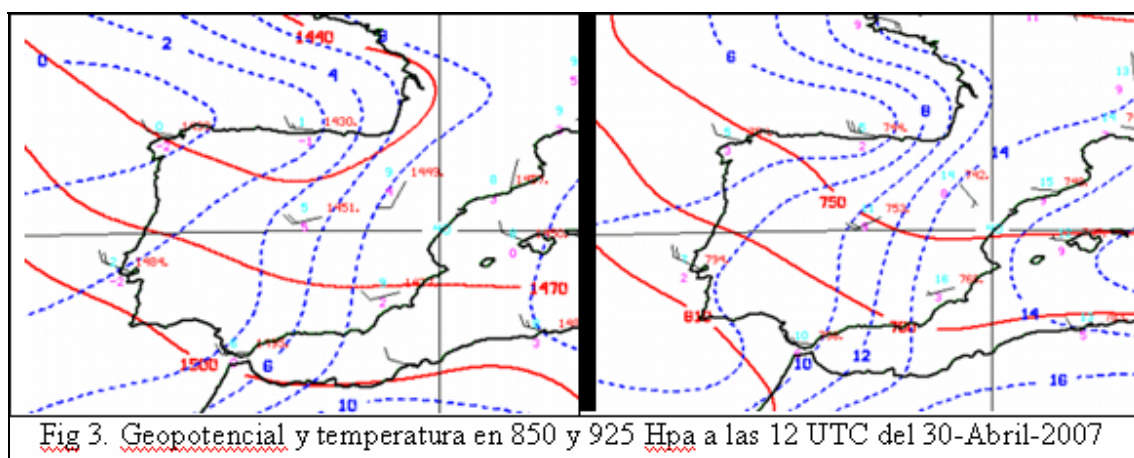


Fig 3. Geopotencial y temperatura en 850 y 925 Hpa a las 12 UTC del 30-Abril-2007

En la figura 3 se puede ver más definida la frontera térmica en 850 y 925 hPa. La dirección del flujo en 850 hPa se correspondía con los niveles superiores, sin embargo en 925 hPa se mantuvieron los vientos de componente E y SE en el valle del Ebro, lo que se puede apreciar mejor en el análisis mesoscalar en superficie (fig. 4), en donde quedan reflejados esos vientos del Este.

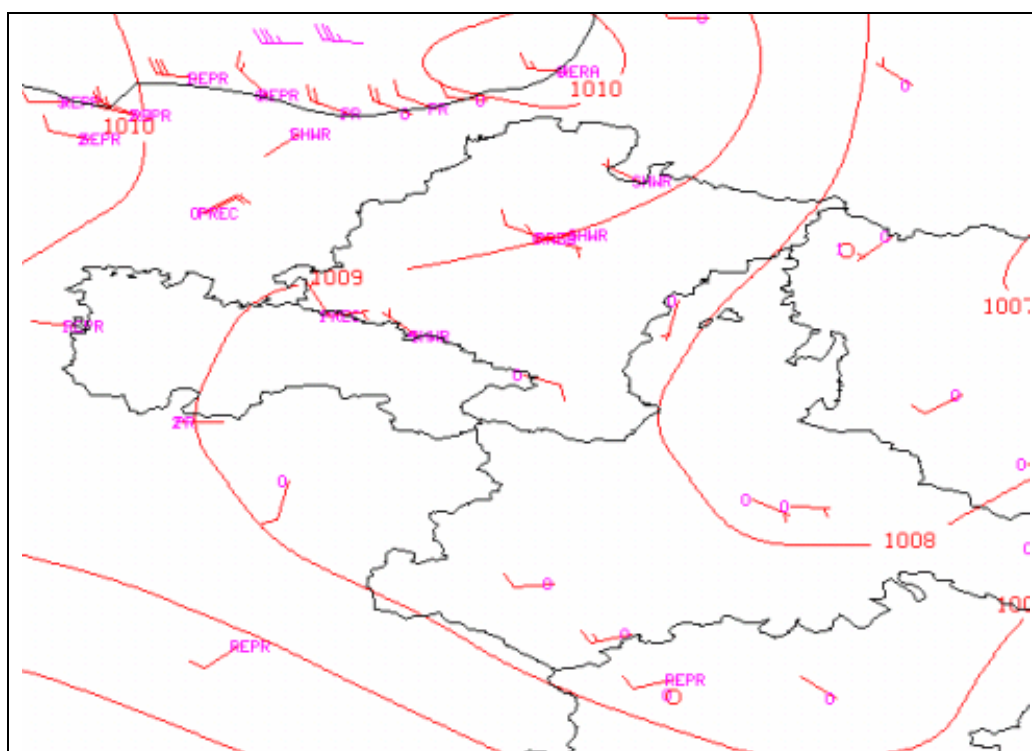


Fig.4 Análisis mesoscalar en superficie a las 30-abril-2007 . Viento, presión a nivel del mar y fenómenos significativos.

La convergencia en la zona puede ser mucho más acentuada de lo que reflejan las líneas de corriente (fig.5), pudiendo dibujarse una mesobaja en La Rioja Baja en las inmediaciones de Arnedo (fig.4), que puede deducirse también del análisis de viento del modelo HIRLAM 0.05 de muy alta resolución (fig.6)

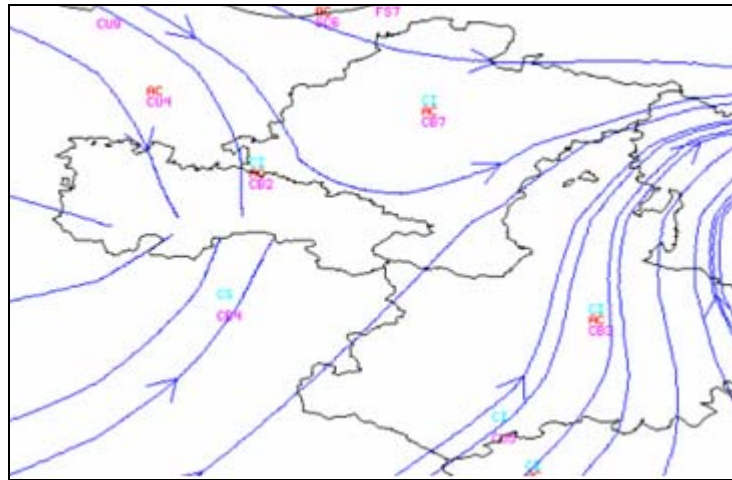


Fig.5 Líneas de corriente en superficie. Análisis mesoscalar

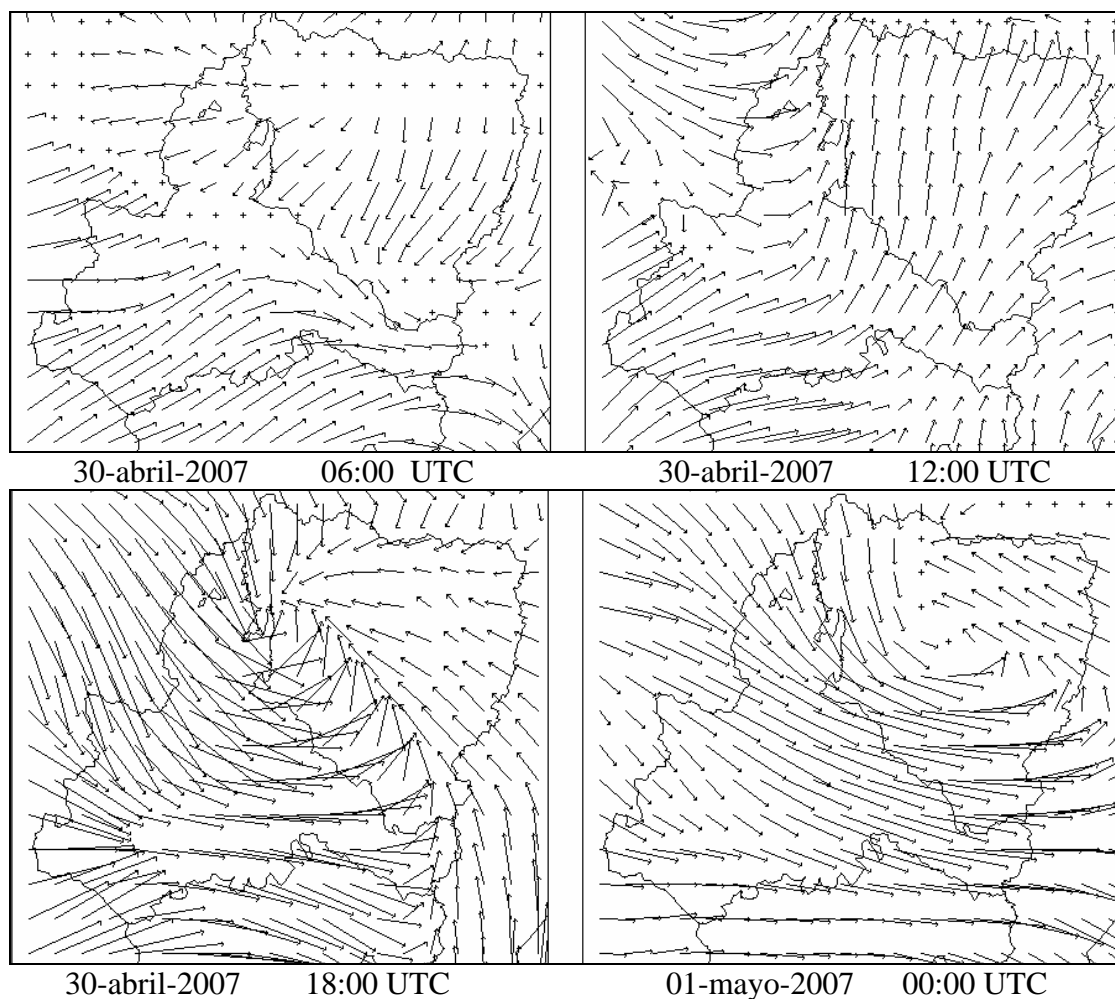


Fig.6 Análisis de viento en superficie. Modelo HIRLAM 0.05

Todavía podía apreciarse convergencia en la zona del tornado a las 12 UTC; más tarde, a las 18 UTC, el flujo Noroeste se generalizaba en el valle del Ebro y había una marcada línea de convergencia más al Noreste, hacia donde se trasladó posteriormente la actividad convectiva.

A continuación se muestran los sondeos del aeropuerto de Zaragoza, a poco más de 100 Km del lugar a las 00 y 12 UTC del día 30-Abril-2007

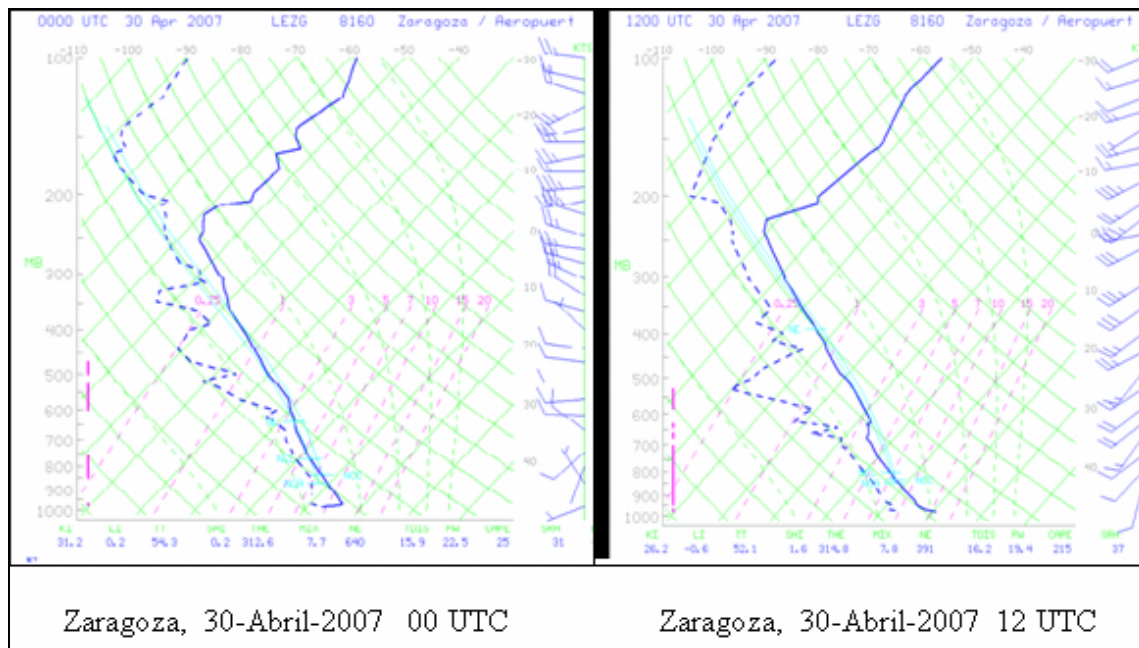


Fig.7 El sondeo de Zaragoza a las 00 UTC mostraba ya unos índices K y TT de más de 31 y 54 respectivamente, aunque el CAPE y el LI no eran significativos. A las 12 UTC ha aumentado el CAPE y el LI ya es negativo, pero aún no son representativos.

En general, no se puede apreciar una inestabilidad más marcada que en otras muchas ocasiones en que se ha originado convección significativa. Lo más destacado es la humedad en capas bajas que se extiende hasta 700 Hpa, donde comienza a estar un poco más seco. Para poder inferir advección de aire cálido y húmedo ó convergencia de humedad en niveles bajos, como factores de forzamiento, tendremos que recurrir a los modelos y al análisis mesoscalar. Debido a que la altitud media de la zona afectada por el tornado es algo superior a 500 m y se encuentra en un valle limitado por cotas que alcanzan cerca de 1500 m, especialmente al sur, parece claro, como en los otros sucesos del mismo tipo registrados en el sistema Ibérico y antes mencionados, la influencia que ha podido tener la orografía del entorno, además de reducirse significativamente la temperatura de disparo y aumentar la inestabilidad convectiva.

De todas formas, el principal mecanismo de disparo debemos encontrarlo en el máximo de viento en altura *jet streak* y la fuerte cizalladura vertical y horizontal.

Veamos ahora los campos de 300 y 500 hPa sobrepuestos a las imágenes de satélite:

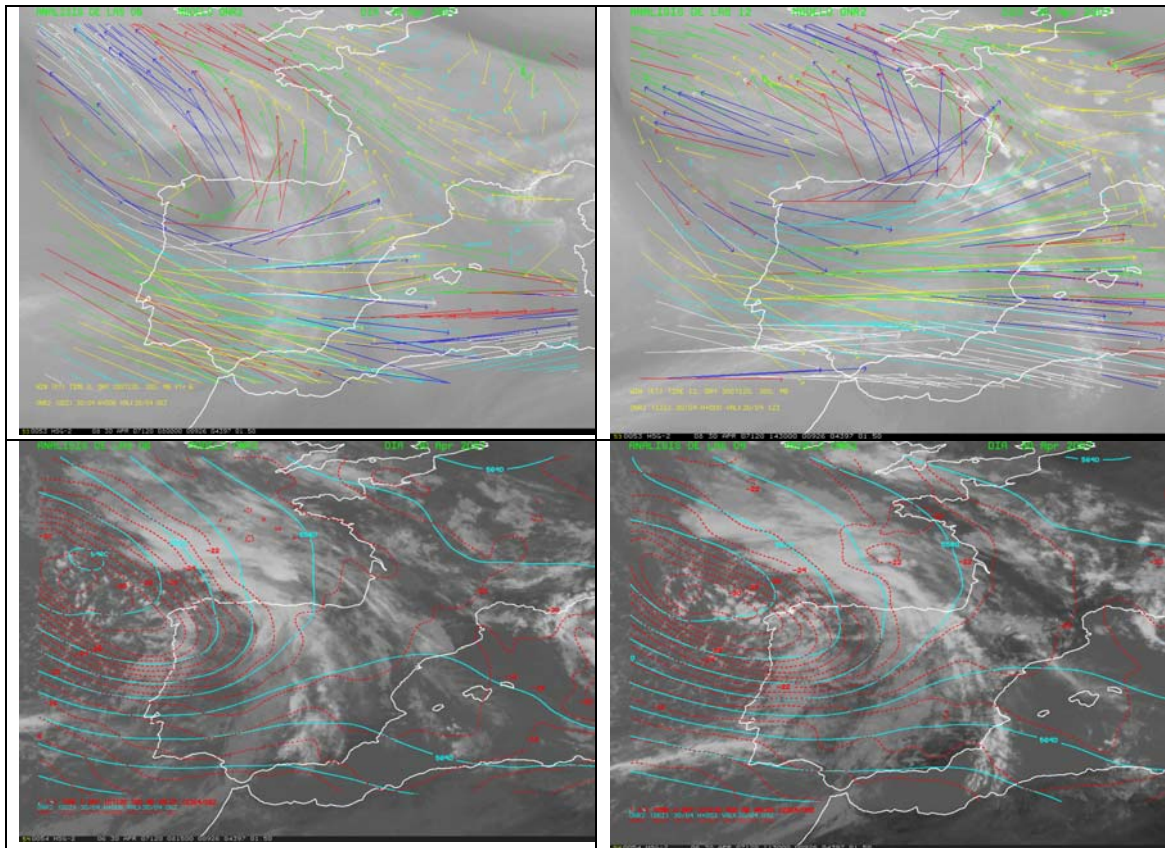


Fig 8. En las imágenes superiores, análisis de viento en 300 hPa sobrepuesto a imágenes de vapor de agua. En las inferiores, análisis de geopotencial y temperatura en 500 hPa sobrepuesto a imágenes infrarrojas. Las imágenes de la izquierda son de 3 horas antes del tornado (08 UTC) y las de la derecha del momento en que se estaba produciendo (1130 UTC). 30-Abril-2007

En las imágenes de la Fig 8. se puede apreciar un poco mejor la cizalladura en 300 hPa. También se puede apreciar como el frente frío está más al Oeste coincidiendo con la posición de la frontera que veíamos antes. Posiblemente se pueda identificar el arco donde se produce el tornado como una línea de turbonada *squall line* formada delante del frente debido a ese máximo de viento en altura.

En la sucesión de imágenes de vapor de agua que ponemos a continuación se puede ver en las dos últimas la célula que originó el tornado justo en la salida del máximo de viento (fig.9)

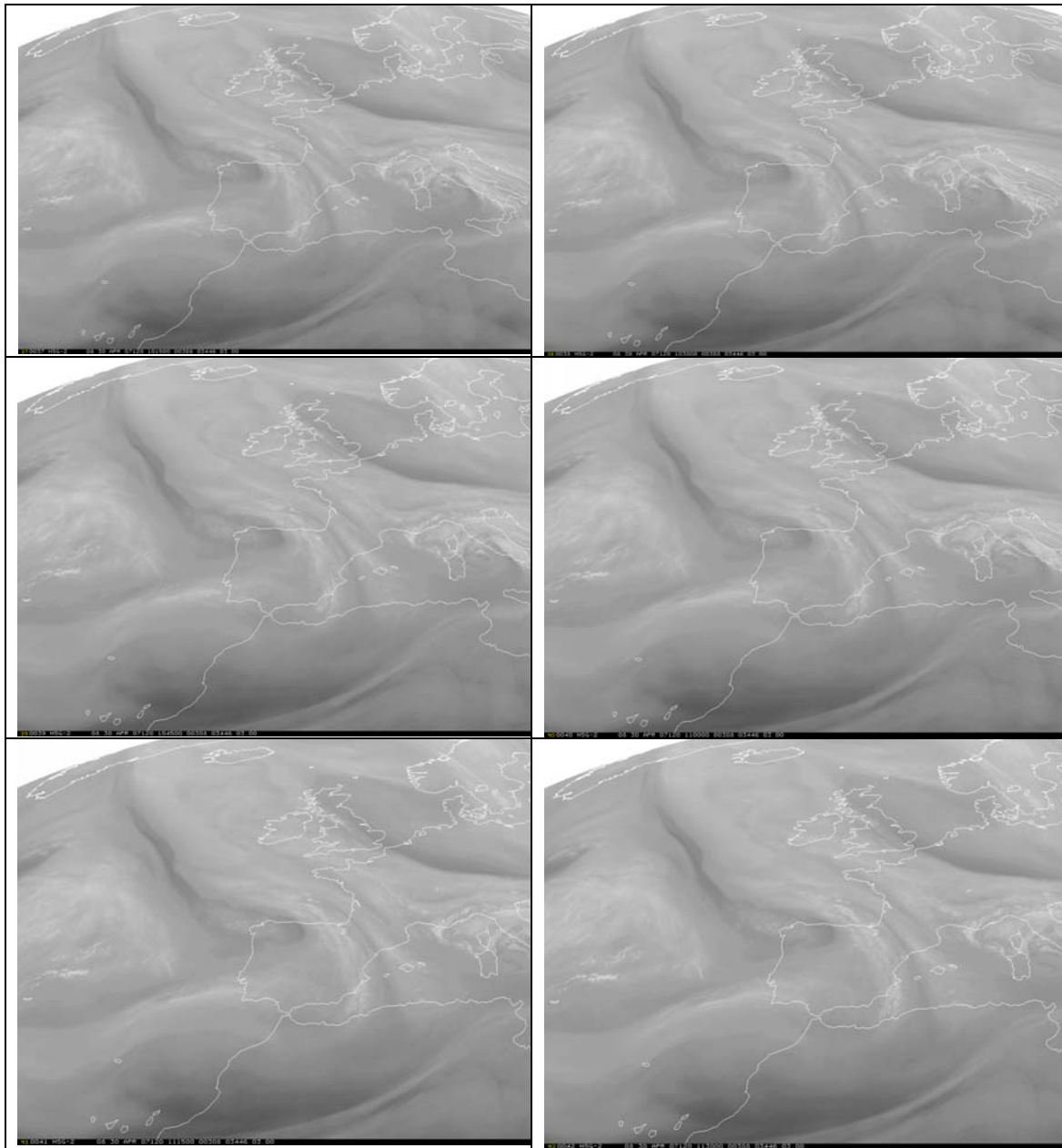


Fig 9. Sucesión de imágenes de WV cada 15 m empezando a las 10:15 UTC y terminando a las 11:30 UTC. En las dos últimas se aprecia, en la cabeza del “champiñón”, justo a la salida del máximo de viento en altura, el punto donde se estaba produciendo el tornado.

La siguiente secuencia de imágenes (fig 10.) son del MSG, visible en alta resolución de las 11:00, 11:15 y 11:30 UTC justo cuando se produce el tornado.

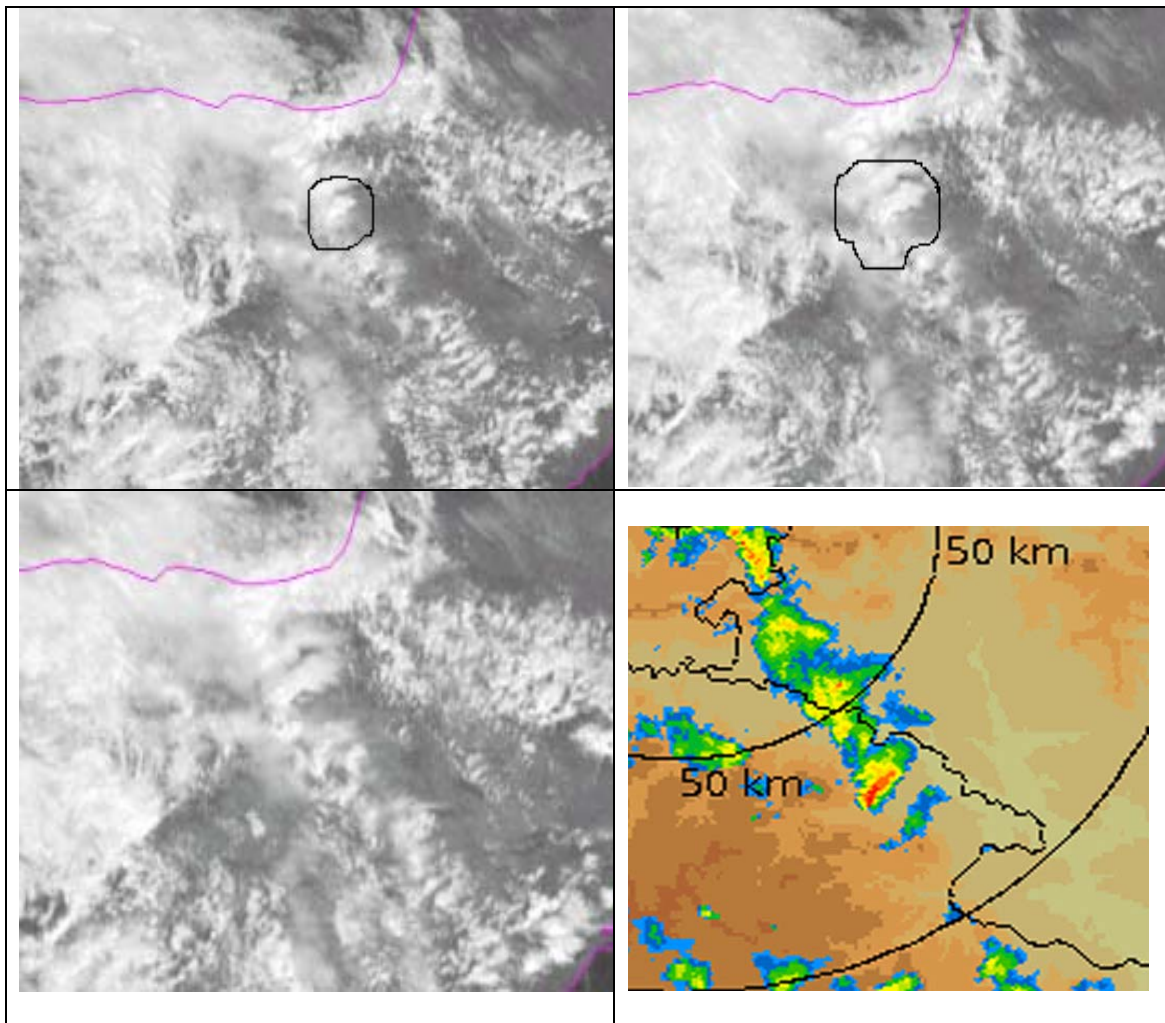


Fig. 10. Imágenes de las 11:00, 11:15 Y 11:30 UTC del 30-abril-2007 en el espectro visible de alta resolución del MSG señalando la estructura que contiene el tornado. La última imagen es del radar de Euskalnet de las 11:00 UTC.

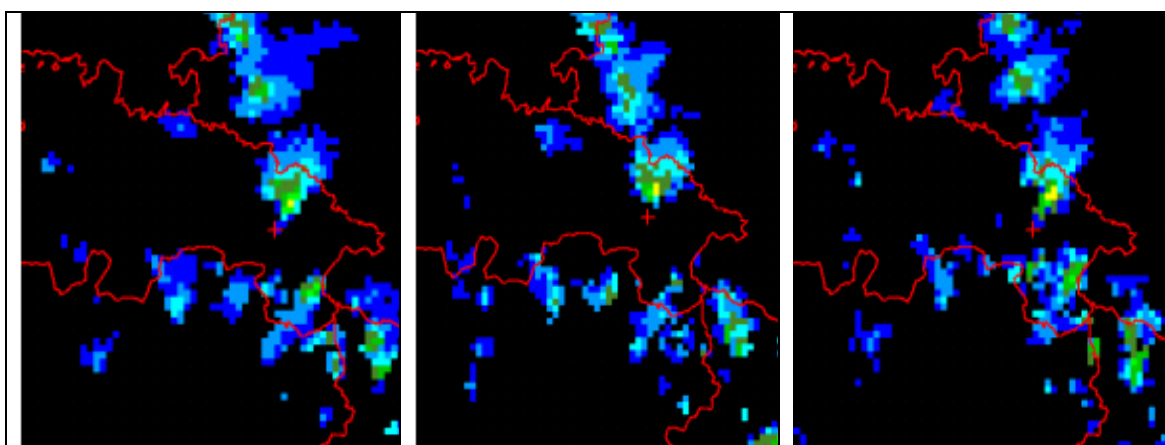


Fig 11. Imágenes PPI del radar de Zaragoza de las 11:00, 11:15 y 11:30 UTC del 30-abril-2007. La cruz indica el lugar donde se produce el tornado.

La primera de las imágenes PPI del radar de Zaragoza es de la misma hora que la imagen del radar de Euskalnet. Se puede apreciar como la compleja orografía del entorno ejerce un efecto de apantallamiento, determinando unas zonas de precipitación que son visibles en uno de los radares y no en el otro, a uno y otro lado de Peña Isaba, justo al Sur de donde se produce el tornado. Pero, en cualquier caso, la célula que contiene a éste parece mostrar una forma de gancho y una zona precipitante intensa al norte del mismo, mientras que no hubo precipitación en la zona del tornado.

Los campos aquí presentados permiten hacerse una idea del entorno meteorológico existente en el momento del suceso, a pesar de que el tornado se clasificó entre las categorías F0 y F1 de la escala Fujita en función de los daños ocasionados.

Escala de Fujita

<i>Número en la escala F</i>	<i>Intensidad</i>	<i>Velocidad del viento</i>	<i>Tipo de daños</i>
F0	<i>Vendaval</i>	60-100 km/h 40-72 mph	<i>Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.</i>
F1	<i>Tornado moderado</i>	100-180 km/h 73-112 mph	<i>El límite inferior es el comienzo de la velocidad del viento en un huracán. Arranca partes de algunos tejados, mueve coches y auto-caravanas, algunos árboles pequeños arrancados.</i>
F2	<i>Tornado importante</i>	180-250 km/h 113-157 mph	<i>Daños considerables. Arranca tejados, casas débiles destruidas, grandes árboles arrancados de raíz, objetos ligeros lanzados a gran velocidad.</i>
F3	<i>Tornado severo</i>	250-320 km/h 158-206 mph	<i>Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.</i>
F4	<i>Tornado devastador</i>	320-420 km/h 207-260 mph	<i>Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.</i>
F5	<i>Tornado increíble</i>	420-550 km/h 261-318 mph	<i>Edificios grandes seriamente afectados o derruidos, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de acero dañadas.</i>